

Michael Hoel og Mads Greaker. Internasjonelt samarbeid, teknisk utvikling og klimaat
(Kap 2) I: Entreprenørskap og innovasjoner for hållbar utvikling – Swedish Economic
Forum Report 2009. ISBN: 91-89301-31-5

Se hele publikasjonen http://entreprenorskapsforum.se/swe/?page_id=2089

Publisert i DUO med tillatelse fra Entreprenørskapsforum
<http://www.entreprenorskapsforum.se/>



2. Internationellt samarbete, teknisk utveckling och klimat

Michael Hoel och Mads Greaker

Teknisk utveckling och klimatfrågan

Teknisk utveckling framhålls gärna som helt avgörande för att lösa klimatproblemet. I stora delar av världen krävs stark och hållbar ekonomisk tillväxt för att föra stora befolkningsgrupper ut ur fattigdom. Men ekonomisk tillväxt innebär högre energiförbrukning och som det ser ut i dag kommer den energin huvudsakligen att komma från fossila energikällor. Det betyder i sin tur att utsläppen av koldioxid, som är den viktigaste klimatgasen, kan komma att mer än fördubblas fram till 2050. För att få klimatproblemet under kontroll måste världen antagligen halvera sina utsläpp av koldioxid före 2050. Utan en betydande teknisk utveckling är därför fortsatta ekonomiska framgångar för utvecklingsländerna och en lösning av klimatproblemet en omöjlig kombination.

Klimatproblemet är ett globalt miljöproblem. Oavsett vilket land utsläppen kommer från får de exakt samma konsekvenser för klimatet. Enskilda länders utsläpp av klimatgaser varierar starkt, men utgör bara en mindre del av de samlade utsläppen. Det betyder att flertalet länder i begränsad mån på egen hand kan påverka de globala utsläppen av klimatgaser. För att få till stånd en minskning av utsläppen som betyder något måste en majoritet av länder vidta åtgärder. Syftet med det nuvarande Kyoto-avtalet är just att få så många länder som möjligt att samtidigt vidta åtgärder för att minska utsläppen.

Kyoto-avtalet innebär emellertid inga åtaganden i fråga om teknisk utveckling, även om flera har argumenterat i den riktningen (se Barrett, 2003, 2006 och Buchner och Carraro, 2005). Inom UNFCCC¹ pågår visserligen ett arbete som har med teknisk utveckling att göra, men fokus är främst inställt på att sprida befintlig teknik till utvecklingsländer. Det finns också få konkreta förslag när det gäller att få till stånd en ökad spridning (se UNFCCC, 2009). Därför tar vi i den här artikeln upp två frågeställningar:

- i. Bör en uppföljning av Kyoto-avtalet innehålla ömsesidiga åtaganden mellan länder som rör klimatvänlig teknisk utveckling?
- ii. Hur ska sådana eventuella ömsesidiga åtaganden utformas?

1) United Nations Framework Convention on Climate Change.

Vi inriktar oss på teknisk utveckling som har till syfte att minska utsläpp av koldioxid, som är den överlägset viktigaste av klimatgaserna. Vidare skiljer vi mellan tre typer av teknisk utveckling:

- Fler och billigare möjligheter till energieffektivisering
- Lägre kostnader för fossilfri energi och transporter
- Lägre kostnader för rening och långsiktig lagring av koldioxid

Energieffektivisering innebär att förbrukningen av energi per producerad enhet sjunker utan att förbrukningen av andra insatsvaror ökar. Energieffektivisering medför inte nödvändigtvis att den samlade energiförbrukningen eller utsläppen sjunker. Om exempelvis energibehovet per kvadratmeter bostadsyta går ned, kan man tänka sig att den vinsten tas ut i form av större bostäder och ökad konsumtion av andra energiintensiva varor. Men i förening med högre priser på energi, så att totalförbrukningen går ned, är troligen energieffektivisering bland de mest kostnadseffektiva åtgärderna på kort till medellång sikt.

På lite längre sikt kan inte energieffektivisering ensamt lösa klimatproblemet. Energin som fortsatt förbrukas måste också produceras på ett sätt som inte innebär några utsläpp av klimatgaser. Exempel på sådana källor är förnybara energikällor som sol, vind och energi baserad på biomassa. Gemensamt för dessa tekniker är att de blir dyra jämfört med fossil energi om de ska användas i stor omfattning. Därför finns ett behov av att hitta nya fossilfria energikällor och av att minska kostnaderna för den fossilfria teknik vi redan känner till.

Det är också möjligt att rena och lagra koldioxidutsläppen från fossila energikällor, dvs det som kallas CCS (Carbon Capture and Storage). För närvarande är detta dyrt och man behöver hitta sätt att göra det på som ger lägre kostnader. CCS kan även användas för att eliminera utsläpp från andra källor än energiproduktion, till exempel från stål-, cement- och aluminiumproduktion.

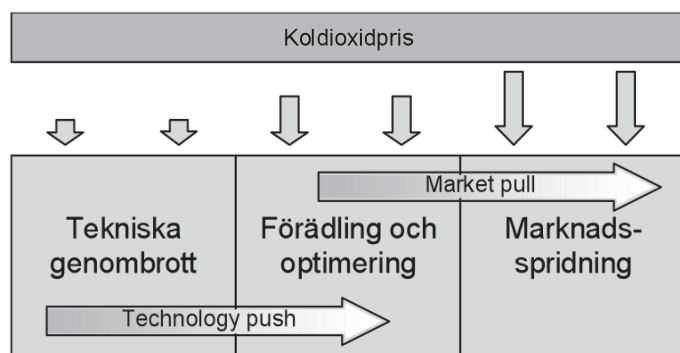
Innovationsprocessen

Innovationsprocessen beskrivs gärna som en rörelse genom olika stadier: I) konceptutveckling i avsikt att nå tekniska genombrott, II) förädling och optimering av viss utvald teknik, samt III) spridning av den nya tekniken på marknaden (se till exempel Tirole, 1997).

Under den första fasen börjar man gärna med många och delvis konkurrerande idéer. Efter hand som idéerna genomgår laborietester och prövas i större skala i demonstrationsanläggningar, faller de minst ändamålsenliga idéerna bort. Detta är en viktig del av kunskapsgenereringen, dvs insikt om vad som inte fungerar. Under nästa fas sker en förädling och optimering av den teknik som valts ut. Det kan delvis göras i

laboratorier och demonstrationsanläggningar, men även i fullskaleanläggningar efter det första mötet med marknaden. Alla aspekter på en ny teknik kan inte testas under laboratorie- eller demonstrationsförhållanden och även under denna fas kommer därför en del att falla bort. Samtidigt kommer den mest lovande tekniken hela tiden att förbättras genom att man samlar erfarenheter och efter hand kan den konkurrera på lika villkor med etablerad teknik på marknaden. Den går då över till spridningsfasen, som kännetecknas av att den nya tekniken tar en växande marknadsandel.

Figur 2: Innovationsprocessen²



Effekten av att införa ett pris på utsläpp av koldioxid blir uppenbar under spridningsfasen, då det är just priset på koldioxid som gör ny och mer miljövänlig teknik konkurrenskraftig, dvs så kallad "market pull". Men priset på koldioxid är även i många fall en förutsättning för att investerare ska finna det intressant att utveckla helt ny teknik.

Vår beskrivning av processen som en rätlinjig rörelse genom stadierna är naturligtvis en förenkling. Det kommer hela tiden att finnas ett flöde av kunskap från senare till tidigare stadier: Erfarenheterna från ett koncept som inte överlever förädlingsfasen kan exempelvis sporra till att en ny idé utvecklas som senare blir en marknadsframgång. Kunskapsflödet mellan och inom de olika stadierna är sällan begränsat till ett enskilt företag och det kan därför vara en uppgift för myndigheterna att stärka kunskapsflödet genom en aktiv politik för teknisk utveckling.

Priskänslighet, externaliteter och marknadsmisslyckanden

Politik för teknisk utveckling på klimatområdet är ett svårt område, eftersom man har att göra med flera typer av marknadsmisslyckanden samtidigt. Å ena sidan finns den negativa klimatexternaliteten och å den andra sidan finns den positiva kunskapsexternaliteten vid utveckling av ny teknik. Det är därför relevant att skilja mellan två situationer: A) den befintliga klimatpolitiken internaliserar globalt den negativa klimatex-

2) Figuren baseras på Teknologirådet (2009).

ternaliteten och B) klimatpolitiken är otillräcklig, dvs den saknas helt i vissa länder och är ofta för svag i de länder som har en klimatpolitik.

Både nya typer av energieffektivisering och billigare fossilfri energi och transporter kan tänkas få fäste i länder utan klimatpolitik. Men eftersom priserna på fossil energi blir högre i dessa länder blir utbredningen mer begränsad än i länder med en klimatpolitik. CCS innebär å andra sidan alltid högre kostnader och får därför svårt att få fäste på marknaden utan en klimatpolitik.

I följande avsnitt diskuterar vi argument för en aktiv politik för teknisk utveckling när den befintliga klimatpolitiken globalt internaliserar den negativa klimatexternaliteten. Likaså kan ny kunskap som är relevant i klimatperspektiv, inte komma fram pga marknadsmisslyckanden. Därefter går vi in på hur teknikpolitiken bör utformas om vissa länder helt saknar en klimatpolitik eller om den är uppenbart otillräcklig för att uppnå klimatmålen.

Generella argument för en aktiv politik för teknisk utveckling

Brister i patentsystemet

Patentsystemet garanterar innovatören en ensamrätt till att sälja sin uppfinning så att han kan få täckning för sina utgifter för forskning och förädling av nya idéer. Patentskyddet kan trots det innebära otillräckliga incitament för teknisk utveckling. Alla patent har en begränsad livslängd och efter en viss tid blir det möjligt för alla att grunda sina produkter eller tjänster på den nya tekniken. Vinsten till innehavaren av patentet blir därför ofta lägre än det samlade samhällsrelaterade överskott uppfinningen ger. Därmed kan det finnas teknik som det inte är privatekonomiskt lönsamt att utveckla, men som är lönsam ur samhällets synvinkel (Tirole, kap. 10, 1997).

Patentsystemet innebär dessutom ett monopol på den nya tekniken och spridningen av den blir därmed mer begränsad än önskvärt, dvs fler skulle med fördel kunna tillämpa den nya tekniken, men hindras på grund av monopolprissättningen.

Positiva kunskapsexternaliteter under genombrottsfasen

När ett privat företag investerar i forskning för att utveckla en ny process eller en ny produkt genereras ny kunskap. Den nya kunskapen omfattar gärna fler förhållanden än själva materialiseringen av kunskapen i det nya patentet och kommer andra företag till nytta i deras jakt på nya patent. Detta kallas ofta "spill-over" av kunskap och kan förekomma på områden man inte förväntar sig. Sådan icke avsedd kunskapsproduktion utgör en särskild grund för att det samhällsekonomiska värdet av innovation ofta är högre än dess värde för innovatören.

Ikke avsedd kunskapsöverföring mellan företag och FoU-miljöer kommer även att förekomma oberoende av landgränser, dvs forskning som utförs i ett land kommer företag i andra länder till godo. Det kan ske genom att forskningsresultat publiceras i internationella tidskrifter och presenteras på internationella konferenser, när personal flyttar för gott eller tillfälligt och genom kortare besök på pilotanläggningar och forskningsstationer i andra länder. Den icke avsedda kunskapsöverföringen mellan länder är avhängig geografisk närhet, internationell handel och graden av likhet mellan länderna (se till exempel Keller, 2002). I den mån nationella myndigheter inte tar hänsyn till den icke avsedda kunskapsöverföringen mellan länder när man utformar sin tekniskpolitik, har vi med ett globalt marknadsmisslyckande att göra (Golombek och Hoel, 2009). Globala marknadsmisslyckanden vid produktion av ny kunskap finns inarbetade i klimatmodellen WHICH, men betydelsen av dessa för tekniskpolitiken är begränsad (se Bosetti m fl, 2009).³

Positiva inlärningsexternaliteter under förädlingsstadiet

Även om ett forskningsprojekt har varit lyckat i den bemärkelsen att det har resulterat i en väl fungerande ny produkt, är det inte givet att den nya produkten lyckas på marknaden. Kostnaderna är ofta för höga, så att produkten måste säljas till ett pris som innebär förlust. Produkten kan ändå vara samhällsekonomiskt lönsam om kostnaderna kan förväntas falla efter hand som produkten tas i bruk. Det illustreras med så kallade "inlärningskurvor", som tidigt infördes i ekonomisk teori (se Arrow, 1962). Inlärningskurvor har påvisats för ny energiteknik, till exempel vindkraftverk och solceller (IEA, 2000). En inlärningskurva förutsätter att enhetskostnaderna kommer att falla eftersom total producerad mängd över alla perioder ökar (se egen bilaga om inlärningskurvor).

I situationer med inlärningskurvor kommer den privata sektorn bara att ta på sig att stötta en produkt under introduktionsfasen då det är möjligt att tjäna in underskottet från introduktionsfasen genom att i framtiden ta ut ett pris som överstiger kostnaderna. Det kräver även en viss grad av monopolmakt och kan vara svårt om inläringen under spridningsfasen blir fritt tillgänglig för andra potentiella konkurrenter, både i det egna landet och i andra länder. Kostnadssänkningar som beror på inläring kan dessutom vara svåra att patentera. Det kan därför tänkas att en del teknik aldrig får mogna även om det hade varit önskvärt utifrån samhällets synpunkt. Än en gång har vi med en slags kunskapsexternalitet att göra. Skillnaden är att kunskapsproduktionen vid inläringstillfället sker genom faktisk tillämpning av den nya tekniken och inte genom forskning rörande den.

Även för denna typ av kunskapsproduktion kan kunskap spridas över landgränser. Sådan global spridning av inlärningsvinster finns inarbetad i många klimatmodeller (se till exempel van der Zwaan m fl, 2002). Vid global inläring kan enskilda länders politik

3) WHICH (World Induced Technical Change Hybrid) är en ekonomisk modell utvecklad av den italienska forskningsstiftelsen FEEM (Fondazione Eni Enrico Mattei). Modellen används för att beräkna konsekvenser och kostnader av scenarier för klimatpolitik och klimatmål.

för att internalisera inlärningsvinsterna tänkas bli för svag, eftersom de globala inlärningsvinsterna inte bara kommer enskilda länder till godo.

När teknik förblir omogen och detta inte är önskvärt kan man befinna sig i en situation med så kallad teknisk inlåsning. Man tänker sig då att det finns flera möjliga tekniska utvecklingsvägar som samhället kan följa och att tillfälliga historiska händelser har styrt vilken teknik samhället faktiskt väljer. Vidare tänker man sig att den utvecklingsväg som faktiskt följs innebär lägre välfärd än en eller flera av de utvecklingsvägar som inte följts. Ingen av dessa vägar följs ändå i realiteten, eftersom befintlig energi- och miljöpolitik inte ger tillräckliga incitament för att sätta i gång inläring för den aktuella tekniken som kan tippa över utvecklingen mot en gynnsammare väg (se Arthur, 1989, och Mohr, 2002).

Nätverksexternaliteter under marknadsspridningsfasen

Det är möjligt att produkter som både är konkurrenskraftiga i fråga om pris och som har en eller annan kvalitetsfördel ändå inte slår an på marknaden. Det kan bero på så kallade nätverksexternaliteter. Med nätverksexternaliteter avses att en konsument har nytta av att andra konsumenter använder samma typ av teknik och att en konsument inte tar till sig att nyttan för andra konsumenter påverkas av det egna valet av teknik. Det mest kända exemplet rör dagens utformning av tangentbord, ofta kallad QWERTY efter de sex första bokstäverna överst till vänster på tangentbordet. Bokstävernas placering har inte ändrats sedan 1800-talet, trots att man hade kunnat spara mycket tid genom att gå över till en annan utformning av tangentbordet (se David, 1985).

Nätverksexternaliteter kan på samma sätt som inläring som inte kommer till stånd leda till teknisk inlåsning. Ett exempel på detta kan vara så kallade plug in-hybridbilar. Det är bilar som på kortare sträckor endast körs på batteri, men som på längre sträckor får hjälp av en förbränningsmotor för att behålla den räckvidd traditionella bilar har. För konsumenterna är sådana bilar antagligen av begränsat intresse så länge man inte har tillgång till laddstationer. Å andra sidan kommer få elproducenter att vara intresserade av att investera i laddstationer så länge det finns få plug in-hybridbilar. Under ett övergångsskede kan därför myndigheterna ha en roll att spela både för att samordna så att alla typer av plug in-hybridbilar får samma system för laddning och för att se till att ett visst utbud av laddstationer kommer till stånd (se till exempel Greener och Heggedahl, 2007). Av samma skäl kan myndigheter ha en roll att spela för att samordna transportsystem i samband med uppfångande och lagring av koldioxid.

Andra hinder mot marknadsspridning

En annan möjlig orsak till att till synes bra nya produkter inte slår an på marknaden är så kallade kognitiva kostnader eller begränsad rationalitet hos beslutsfattare. Kognitiva kostnader kan leda till att varken företag eller konsumenter väljer det som skulle ha varit bäst för dem. Frågeställningen har särskilt kommit upp i samband med energisparåtgärder, dvs "experter" på sådana åtgärder har observerat att även om åtgärderna

är lönsamma utifrån dagens energipriser så blir de inte valda av marknaden. Det kan naturligtvis bero på att "experterna" underskattar kostnaderna och överskattar den potentiella vinsten. Å andra sidan verkar det osannolikt att detta gäller för alla bevisat lönsamma energisparåtgärder som hittills inte genomförts.

Thaler och Sunstein (2008) diskuterar olika skäl till varför en konsument inte alltid väljer det som skulle vara det bästa för honom eller henne mot bakgrund av de egna önskemålen. När det gäller miljön kan därigenom ett typiskt vinn-vinn-läge uppstå: genom att hjälpa konsumenterna att göra mer miljövänliga val, gör det offentliga det bättre för både konsumenter och miljö. Möjligheterna för att ett vinn-vinn-läge uppstår föreligger särskilt när man fattar komplicerade beslut som fattas sällan, när det råder brist på bra information, då det är svårt att följa upp konsekvenserna av ett beslut och/eller då vinsterna för dyrare val ligger längre fram i tiden. Energisparåtgärder kännetecknas typiskt just av att beslutet ofta fattas i anslutning till husbyggen m m, som sker sällan.

Thaler och Sunstein rekommenderar att myndigheter i sådana fall ställer omständigheterna runt beslutet till rätta så att människor som agerar utifrån tumregler, vanor osv i slutänden gör de val myndigheterna anser vara de bästa. Det kan t ex göras genom att det "miljövänliga" valet är "default"-alternativet. Ett tänkbart exempel kan vara en isoleringsstandard för nybyggen som man aktivt måste ansöka om undantag från.

Klimatspecifika argument för teknikpolitik

Globala marknadsmisslyckanden och nationell politik

De olika typerna av marknadsmisslyckande för produktionen av kunskap gäller i hög grad oberoende av landgränser. Å andra sidan är det vanligt att nationella myndigheter har ett nationellt perspektiv på sin teknikpolitik, även om forskningsaktörerna naturligtvis uppmanas till internationellt samarbete. Det är därför troligt att doseringen av teknikpolitiken i många fall kan bli för svag. Det är till exempel sannolikt att stödet i form av subventioner till privat forskning fastställs utifrån den vinst andra företag i samma land kan få genom forskningen och inte utifrån den nytta det samlade antalet företag i hela världen kan ha (se Golombek och Hoel, 2009). I vissa fall kan man även tänka sig att länder satsar på att åka snålskjuts på andra länders tekniska utveckling. Det betyder att man helt låter bli att forska inom ett område och enbart satsar på att kopiera teknik som utvecklats utomlands. Å andra sidan kan det vara så att egen forskning gör det enklare att tillgodogöra sig kunskap som genererats utomlands. Det kommer då sällan att löna sig att vara en ren fripassagerare, men den samlade forskningsinsatsen i världen blir ändå för liten om länderna fortsätter att inte ta hänsyn till att deras egen forskning också kommer andra länder till godo.

Klimatinriktad FoU som näringspolitik

Bland politiker är det vanligt att föra fram näringsutveckling som grund för en

aktiv miljöpolitik. Argumentet om näringsutveckling kan uppfattas på olika sätt. Enligt den så kallade Porterhypotesen skulle förorenande industri bli mer konkurrenskraftig om myndigheterna för en ambitiös miljöpolitik snarare än en miljöpolitik som medger samma industri undantag. Forskningen på detta område ger inga entydiga slutsatser (se t ex Brännlund, 2007). Hypotesen har dessutom inte varit knuten till offentligt stöd av teknisk utveckling på miljöområdet. Porter själv (se Porter, 1991, och Porter och Linde, 1995) ägnar sig bara åt miljöpolitikens betydelse för konkurrensförmågan.

Det andra sättet att förstå sammanhangen mellan näringsutveckling och miljöpolitik på, är att en ambitiös miljöpolitik som också omfattar offentligt stöd till teknikutveckling kommer att främja ny industri som exporterar avancerad miljöteknik till resten av världen. Ett exempel som anförs är att Danmark har fört en aktiv politik när det gäller vindkraftverk och samtidigt blivit en världsledande exportör av sådana. Audretsch och Feldman (1996) visar att branscher med hög grad av teknikutveckling har en tendens att klumpa sig samman till så kallade näringskluster. Därigenom övervinns företagen själva genom sin lokalisering den globala kunskapsexternaliteten och det nationella stödet till produktion av ny kunskap kan bli tillräckligt.

Den strategiska handelsteorin öppnar också för att offentligt stöd till exportföretag under vissa omständigheter kan vara välfärdsfrämjande: konkurrensen på världsmarknaden är ofullständig och företagens strategiska variabler är substitut (Tirole, 1997).⁴ FoU-satsningar kan ofta vara strategiska substitut, dvs om ett företag ökar sin FoU-satsning kommer företagets konkurrenter att minska sina FoU-satsningar. I en analys med utgångspunkt i en möjlig framtida marknad för teknik för att fånga upp koldioxid, ser Greaker och Rosendahl (2008) närmare på det strategiska argumentet både för FoU-stöd och för att bedriva en särskilt ambitiös klimatpolitik i ett litet land och finner att det finns ett strategiskt argument för att stödja FoU. Då myndigheterna i ett land tror på näringsutveckling genom att satsa extra på klimatinriktad FoU, kan det tänkas att forskningen på detta fält når upp till önskad nivå.

Klimatinriktad teknikutveckling jämfört med generell teknikutveckling

När befintlig klimatpolitik fullständigt internaliserar den negativa klimatexternaliteten, skiljer inte klimatområdet sig nödvändigtvis från andra områden där teknisk utveckling är önskvärd. De olika typerna av marknadsmisslyckande i kunskapsproduktionen gäller naturligtvis i olika grad beroende på område, men det finns ingen forskning som visar att de systematiskt är större på klimatområdet än på andra teknikområden.

Det råder emellertid bred enighet om att den befintliga klimatpolitiken är ofullständig: många länder har ingen klimatpolitik och i de flesta länder som har en är den för svag.

4) En strategisk variabel är företagets beslutsvariabel i det marknadsspel vi betraktar. Det kan t ex handla om priset på en produkt eller kapaciteten för en ny produktionsenhet. De strategiska variablerna är substitut i de fall då t ex en höjning av en aktörs produktionskapacitet motsvaras av en minskning av de andra aktörernas produktionskapacitet.

Det finns inte heller något internationellt avtal som garanterar att priserna på utsläpp blir höga i framtiden. Därmed kommer efterfrågan på miljöteknik inte att avspegla världens samlade behov av sådan teknik och "market pull"-mekanismen blir svagare än i fallet med full internalisering av miljöexternaliteten. Det kommer att påverka alla stadier av den tekniska utvecklingsprocessen:

- Den förväntade intäkten från en ny teknik blir för låg. Det medför att antalet nya idéer man forskar kring blir för lågt. Vidare blir även kunskapsproduktionen för låg.
- Efterfrågan på de idéer som överlever den första fasen blir för låg och därmed blir tempot i inläringen lägre än önskvärt.

Graden av marknadsmisslyckande blir högre och allvarligare när klimatexternaliteten är ofullständigt internaliserad. Det gör att teknikpolitik kan vara viktigare på klimatområdet än på andra områden. Nationella myndigheters önskemål om att föra en aktiv näringspolitik på miljöområdet drar i motsatt riktning, men allt sammantaget är det ändå sannolikt att summan av alla länders teknikpolitik är för svag utifrån ett globalt perspektiv. Detta talar för att ett eventuellt Kyoto II-avtal kanske bör innebära åtaganden avseende teknisk utveckling. I följande kapitel diskuterar vi idéer som framförts för att stärka den globala teknikutvecklingen på klimatområdet, med utgångspunkt i innovationsprocessens tre stadier.

Tillämpa extra sträng klimatpolitik för att främja teknisk utveckling

Rätt prissättning av utsläpp – genom miljöskatter eller omsättningsbara kvoter – är avgörande för att främja teknisk utveckling på klimatområdet. Mycket av tekniken, som t ex uppfångande och lagring av koldioxid, kommer knappast att tas i bruk utan rätt prissättning av utsläpp. För att främja teknisk utveckling måste även framtida priser uppfattas som tillräckligt höga av dagens marknadsaktörer.

Det kan tänkas att befintlig klimatpolitik – även då den i dag är rätt doserad – inte är trovärdig med avseende på framtiden. Det är svårt för dagens politiker att binda framtidens politiker för att exempelvis hålla en hög skatt på utsläpp 2030. Om privata investerare inte tror att den framtida klimatpolitik som tillkännages kommer att genomföras, kan naturligtvis nödvändiga FoU-investeringar utebli. Detta analyseras i Golombek m fl (2009), där de bl a visar att en optimal skatt som fastställs i dag och ska gälla i framtiden blir trovärdig om skatten uteslutande införs för att begränsa utsläppen och subventioner används för att stimulera teknisk utveckling. Om dagens subventioner till teknisk utveckling är otillräckliga kan emellertid den framtida skatten mista sin trovärdighet. Politiken kan råda bot på detta genom att i dag fastställa en högre skatt.

Frågan är dock om grupper av länder bör föra en extra sträng klimatpolitik för att på så sätt ytterligare främja teknisk utveckling. EU-begränsningar av handeln med utsläppskvoter med andra länder eller en utsläppsskatt som är högre än det internationella kvotpriset medför att priset på utsläpp hemma blir högre än priset på utsläpp internationellt. Som ovan nämnts förstärker detta "market pull"-mekanismen och leder isolerat sett till mer teknisk utveckling.

Diskussionen ovan pekar på att det finns argument för en restriktiv klimatpolitik som tillåter mycket begränsade utsläpp givet att detta skulle främja teknikutvecklingen. I samband med förlängningen av Kyotoavtalet efter 2012 tror vi inte att klimatpolitiken kommer att utvecklas på ett sådant sätt och därmed inte heller av det skälet främja teknisk utveckling.⁵ En utmaning under förhandlingarna blir att få till stånd ett avtal som inte är för svagt. Det finns åtminstone tre orsaker till detta:

- Snålskjutsproblematiken
- Olika syn på vad som är en rimlig kostnadsfördelning (och därmed kvotfördelning) mellan länderna
- Nationella intressegrupper (ägare och anställda i energiintensiv industri, bilorganisationer) kommer att motsätta sig ett högt pris på koldioxid

Vore ett internationellt tilläggsavtal om teknikpolitik en möjlig väg? Troligen skulle de två första argumenten gälla även i det fallet. Men kanske inte det sista, i vart fall inte om politiken innebär stödordningar av olika slag. I så fall skulle kostnaderna fördelas på många, medan man kan få starka intressegrupper (potentiella innovatörer) som stödjer ett sådant internationellt avtal.

Det finns alltså argument för att det kan vara lättare att få till stånd internationellt samarbete om teknisk utveckling än om att minska utsläpp. Samtidigt är troligen de flesta typer av avtal om teknisk utveckling svårare att verifiera än avtal knutna till utsläpp. Subventioner till teknisk utveckling är t ex ofta en integrerad del av ett lands skattesystem och dessa skattesystem varierar starkt mellan länderna. Detta diskuteras närmare i följande avsnitt. Vår utgångspunkt är att ett Kyoto II-avtal först och främst ska reglera medlemsländernas utsläpp av klimatgaser. Vi ser alltså inte teknikavtal som något alternativ till avtal om utsläppsminskningar, utan som ett komplement.⁶

Globala instrument för tekniska genombrott

Generellt om subventionering av FoU

Offentligt stöd till FoU både ökar sannolikheten för tekniska genombrott och bidrar till vidareförädling av teknik som bara befinner sig på konceptstadiet. Stöd till demonstra-

5) Enskilda länder kan naturligtvis ställa upp extra stränga utsläppsmål för att främja egen teknisk utveckling, men här avser vi extra stränga utsläppsmål för att främja teknisk utveckling som en del av ett Kyoto II-avtal.

6) Se Golombek och Hoel (2008) för en diskussion om teknikavtal som ett alternativ till dagens Kyoto-avtal.

tion medför främst att de specifika lösningar tekniken baseras på kan optimeras innan tekniken sätts i produktion.

Två dilemman inom forskningspolitiken är satsningens bredd och den internationella arbetsfördelningen. Eftersom det ofta kan vara svårt att veta vilka tekniska vägar som leder framåt kan det, utifrån argumentet om riskspridning, vara rätt med en bred satsning. Då bör ett internationellt forskningsprogram ha som mål att få olika alternativ testade så att fler möjligheter blir belysta. Å andra sidan kommer möjligheterna att lyckas på ett område att vara större om man satsar mycket på det området. För klimat-teknik som för annan teknik är det därför inte möjligt att dra några generella slutsatser om detta. Hur som helst är det möjligt att mer global samordning av forskningsinsatsen kan ge effektivare forskning, dvs fler resultat per satsad krona.

Global samordning av stöd till FoU och demonstration kan göras på olika sätt. Samtliga förslag nedan syftar till att öka världens samlade forskningsinsats på klimatområdet.

Internationellt avtal om omfattningen av offentlig FoU på klimatområdet

Man kan tänka sig att länder som har undertecknat FN:s klimatkonvention ingår ett särskilt avtal om att använda en viss procentandel av BNP för forskning om klimativänlig teknik. Vidare måste i avtalet tydliggöras vad som menas med klimativänlig teknik. Å andra sidan skulle det kunna vara upp till enskilda länder att bestämma i vilken mån forskningsstödet skulle ges i form av subventioner till privata aktörer eller i form av direkt stöd till offentliga forskningsinstitutioner.

I vilket fall skulle det vara svårt att i efterhand kontrollera om ett enskilt land uppfyller avtalet. Syftet med ett avtal är att "tvinga" länderna att öka sitt ekonomiska stöd till forskning om klimativänlig teknik. Eftersom länderna skulle ha gett mindre stöd till forskning kring klimativänlig teknik utan avtalet, kan de i stället för att öka forskningen om klimativänlig teknik försöka definiera resurser de i vilket fall skulle ha lagt på generell forskning som "klimativänlig" forskning. Då skulle avtalet inte få någon reell effekt. För att uppfylla sin del av avtalet kan länderna naturligtvis också försöka definiera verksamhet som tidigare inte räknades som forskning som sådan.

Genom att upprätta en internationell forskningsfond

I stället för att avtala om vad enskilda länder ska satsa på klimativänlig forskning, kan ett Kyoto II-avtal ålägga enskilda länder att betala en viss procentandel av BNP till en internationell forskningsfond i exempelvis FN:s regi. Det är på detta sätt man gör i EU, genom dess olika ramprogram för forskning. Fonden skulle i sin tur på grundval av överenskomna kriterier kunna dela ut medel till privata och statliga aktörer i enskilda länder.

Åter kan det vara svårt att avgöra om detta verkligen ökar omfattningen av den klimatinriktade kunskapsproduktionen. Länder skulle exempelvis kunna trappa ned sin

samlade forskningsbudget med lika mycket som stödet till fonden och omdefiniera sin egen forskning så att det såg ut som om den egna klimatinriktade forskningen hölls kvar på samma nivå, när den i verkligheten trappades ned i motsvarande grad. En annan sak är att internationella forskningsfonder lätt kan bli dyra i drift, eftersom enskilda länder skulle kräva mycket stränga tilldelningsrutiner för att förhindra favorisering. Å andra sidan kanske man skulle kunna uppnå och fördela forskningsmedlen på de olika projekten på ett effektivare sätt.

Genom att upprätta internationella forsknings- och demonstrationsinstitut

Inom lantbrukssektorn har vi i dag 15 internationella forskningsinstitut som alla har till mål att förbättra produktiviteten på olika områden av lantbruket.⁷ Exempel på sådana centra är *International Maize and Wheat Improvement Center* i Mexiko och *International Rice Research Institute* i Filippinerna. Dessa institut ges mycket av äran för den gröna revolutionen inom jordbruket.

Klimatkonventionens medlemsländer skulle kunna gå samman om att upprätta sådana centra för klimativänlig teknik, som förläggs till länder där man räknar med att tekniken skulle bli särskilt viktig – till exempel ett center för att fånga upp och lagra koldioxid i Kina. Sådana centra skulle kunna fungera dels som forskningsfonder, dels bedriva egen forskning. De måste garanteras en långsiktig finansiering från deltagarländerna och man måste finna sätt att mäta sådana centras framgångar (eller brist på framgångar).

Detta förslag har mycket gemensamt med förslaget ovan, bortsett från att det innebär att en del av forskningen sker i fondens egen regi. En fördel med detta är att äganderätten till patent kan hamna i offentliga händer, något som möjliggör lägre priser och större spridning av tekniken. I övrigt uppstår naturligtvis delvis samma problem som ovan nämnts beträffande om åtgärden verkligen resulterar i mer samlad forskning. Åtgärden skulle öka forskningen då de enskilda staterna inte betraktar forskning som sker på de olika centra som perfekta substitut för egen forskning.

Globala subventioner till förädling och marknadsspridning

Generellt om subventioner till förädling och marknadsspridning

Subventioner till marknadsspridning fungerar på ett annat sätt än subventioner till FoU. Avsikten med subventionerna är att säkra att befintlig teknik vidareföredlas genom inlärning eller att övervinna nätverksexternaliteter som hindrar till synes bra produkter från att få fäste på marknaden. Patent kan även betyda att priset på befintlig klimativänlig teknik blir högre än önskvärt och subventioner kan få ned priserna.

7) Se t ex Wikipedia, Consultative Group on International Agricultural Research.

Subventioner till spridning ges på många olika sätt. För det första finns direkt investeringsstöd genom att det offentliga betalar en viss del av investeringskostnaden vid övergång till en mer miljövänlig teknik.

Vidare ges indirekta subventioner i form av i lag fastställda målsättningar om marknadsandelar för ny teknik. Man kan exempelvis visa att gröna certifikat motsvarar en subvention vid användning av förnybar energi och en extra avgift på annan energi vars produktion kräver köp av gröna certifikat. I många EU-länder har man dessutom så kallade garantipriser på förnybar energi, något som också utgör en subvention under tider då marknadspriset på el ligger under garantipriset. Eftersom det är kraftproducenterna som måste finansiera garantipriset, innebär detta instrument även en extra avgift på all el utan garantipris.

EU har nyligen antagit de så kallade "20-20-20 före 2020-direktiven". Enligt direktiven förbinder sig EU:s medlemsstater att i) minska utsläppen med 20 procent, ii) minska energiförbrukningen med 20 procent samt iii) öka andelen förnybar energi till 20 procent från nivån 1990 fram till 2020. De två sista punkterna kan ses som ett försök till flernationell samordning av stöd till marknadsspridning av energieffektiviseringsåtgärder respektive energiformer baserade på vind, sol och biomassa. Tidshorisonten är så pass kort att målen knappast kan uppnås med hjälp av helt ny teknik. Vi kommer nog huvudsakligen att se ökad användning av känd teknik som vindkraftverk till havs, solcellspaneler eller termiska solkraftverk, byggnader med mycket höga isoleringsnormer, främjande av alla slags energieffektiva elektriska apparater och liknande.

Man kan lätt tänka sig att fler länder anammade EU:s målsättningar och gjorde åtaganden genom bindande internationella avtal. Man kan också tänka sig varianter av EU:s "20-20-20 före 2020-direktiv", med avtal om att subventionera användning av viss utvald teknik. Nedan sammanfattar vi för- och nackdelar med några typer av global samordning av subventioner till förädling och marknadsspridning.

Avtal om marknadsandelar för klimatvänlig teknik

En del av tanken bakom sådana avtal om marknadsandelar för ny klimatvänlig teknik är antagligen att de skulle öka det globala inlärandet och därmed minska produktionskostnaderna för tekniken mer än vad som skulle ha varit fallet om varje stat agerat utifrån egenintresse. Vidare har de fördelen att vara mycket lättare att verifiera än avtal om forskningsstöd. De olika energiformernas bidrag till ett lands energiförbrukning kan redan hämtas från de flesta statistikinstitut.

Det finns även flera problem med avtal av detta slag. För det första påverkar de marknadslösningen och kan ge icke avsedda effekter när marknaden redan är reglerad genom t ex ett kvotssystem som i praktiken sätter ett pris på utsläpp av klimatgaser. I en

studie av den tyska elmarknaden visar Böhringer och Rosendahl (2009) att subventioner till förnybar energi tvingar ut de effektivaste kolkraftverken från marknaden, medan de minst effektiva kolkraftverken samtidigt ökar sin produktion. Det uppstår genom fallande kvotpriser som relativt sett gynnar de verk som förorenar mest. Dessutom sjunker elpriset så att t ex energisparåtgärder blir mindre lönsamma.

För det andra kan avtalen låsa utvecklingen till vissa typer av teknik, eftersom de ofta måste utformas så att det bara är viss teknik som får riktig glädje av dem. Det kan ge upphov till ett slags teknisk inlåsning i nästan mogen energiteknik, som exempelvis landbaserad vindkraft, medan mindre mogen energiteknik får svårare att utvecklas.

Avtal om subventioner till viss teknik

Detta påminner mycket om punkten ovan, men är än mer specifikt med avseende på teknik. Å andra sidan undviker man att ställa upp tillfälliga kvantitativa mål som att tekniken senast ett visst år ska ha en marknadsandel på 20 procent. Det gör naturligtvis verifieringsproblemet svårare.

Det finns många nackdelar med att stödja viss teknik. Utöver ovan nämnda argument, ger stöd till spridning av ny teknik upphov till ett beroendeförhållande mellan myndigheter och teknikleverantörer. Även om förväntad inlärning uteblir, blir det i många fall svårt för myndigheterna att stoppa subventionerna, eftersom ett stopp skulle medföra nedläggning av företag m m. Det finns många exempel på offentligt stödd teknik där man har låtit projekt pågå mycket länge i väntan på inlärningsvinster som aldrig kommit (se Cohen och Noll, 1991).

Fond som köper patent

Om avsikten med subventionerna är att sänka priset på patenterad teknik, kunde man i stället köpa rättigheterna till patent direkt från privata företag. Sedan kunde licens upplåtas gratis till patentet till flera leverantörer. Detta skulle kunna säkra en snabbare spridning av ny teknik. Ett problem är att det skulle vara svårt att sätta ett värde på patentet. Ett annat problem är att produktionen utifrån patentet kan vara grundad på kunskap som få företag har tillgång till och därmed kommer man inte runt problemet med ofullständig konkurrens.

Globala regler för att främja marknadsspridning

Standarder för förädling och marknadsspridning

Det finns många exempel på att införande av tekniska standarder har gett ökad marknadsspridning av önskad teknik. Delstaten Kalifornien har t ex haft goda erfarenheter av standarder för energieffektivitet och minskad elförbrukning i hushållen, genom bl a energieffektivare vitvaror och belysning. Å andra sidan kan en standard som grundas på miljöhänsyn medföra att utvecklingen stagnerar. Det beror på att när företag lyckas

uppfylla standarden har de inte självklart något incitament för att vidareutveckla sin teknik och minska sina utsläpp ytterligare. Fortlöpande teknisk utveckling förutsätter att myndigheterna följer upp med ständigt strängare normer, något som kräver god kännedom om tekniken ute på fältet.

Å andra sidan är det troligtvis lättare att verifiera avtal om standarder. Tekniska standarder och andra föreskrifter och förbud ger oftast ett resultat som är sämre än den bästälösningen. Men om en sådan lösning, av ovan angivna skäl, inte är möjlig, kan standarder och liknande vara en näst-bästa-lösning. I praktiken kan internationellt samarbete av det här slaget ha formen av t ex föreskrifter om att alla nya kolkraftverk från 2020 ska ha CCS eller av konkreta krav på energieffektivitet i bilar. Men det är mycket svårt att utforma effektiva tekniska standarder. Till exempel skulle en föreskrift om CCS för all ny kolkraft antagligen leda både till en rusning av investeringar strax innan reglerna trädde i kraft och till förlängd livslängd för alla gamla verk. Till det kommer problemet med dubbelreglering. Så länge kraftsektorn redan är reglerad genom en kvotmarknad för utsläpp, kommer ytterligare regleringar i form av tekniska standarder att kunna ge oväntade och mycket oönskade verkningar (se till exempel Böhringer och Rosendahl, 2009)

Internationell standard för att övervinna nätverksexternaliteter

Standarder kan i vissa fall vara ett effektivt instrument för att övervinna teknisk inlåsning på grund av nätverksexternaliteter. En standard kan i sådana fall lösa samordningsproblemet för förbrukare och företag. En standard som har sin grund i teknisk inlåsning kan i vissa fall ha begränsad verkan, om inte stödet utlöser en vidareutveckling av tekniken så att en önskad utvecklingsväg kan bli verklighet. Det gör internationell samordning än viktigare.

Å andra sidan kommer många nätverksexternaliteter knappast att verka utanför en regional nivå. Det indikerar att EU kan samordna övergången till ny lovande klimatvänlig teknik, oberoende av vidare globalt samarbete. EU kan till exempel planera ett distributionsnätverk för koldioxid oberoende av USA och andra länder i bilaga B till Kyoto-avtalet. EU kan antagligen också lösa eventuella nätverksproblem enbart på transportmarknaden. Det är till exempel knappast relevant för eventuella köpare av plug in-hybridbilar att det inte finns kompatibla laddstationer i USA.

Internationell standard för att övervinna kognitiva kostnader

Problemet med bristfällig information och kognitiva kostnader diskuterades ovan. Liksom beträffande nätverksexternaliteter, verkar dessa knappast på global nivå. Det förefaller därför inte nödvändigt att arbeta in mekanismer i framtida klimatavtal för att säkra marknadsspridningen av produkter där det viktigaste hindret utgörs av kognitiva kostnader. Tvärtom kommer det att ligga i enskilda ländernas intresse att oberoende av avtal hjälpa sina företag och invånare att klara detta slags kostnader.

Slutsatser

Efterföljaren till Kyoto-avtalet bör i likhet med dagens Kyoto-avtal huvudsakligen omedelbart fokusera på utsläpp. Tekniska aspekter kan komplettera, men inte träda i stället för, ett avtal som är direkt inriktat på utsläpp. Ett avtal som är inriktat på utsläpp kan antingen vara av Kyoto-typ, som slår fast kvantitativa utsläppsgränser, eller ett avtal om harmoniserade åtgärder, bland annat en harmoniserad koldioxidavgift. Båda avtalstyperna har sina fördelar och begränsningar, men eftersom ett kvantitativt avtal förefaller mest sannolikt har vi lagt det till grund för våra överväganden.

Även om avtalet är av kvantitativ art, kan det slå fast en undre och en övre gräns för kvotpriset under avtalsperioden, se Karp och Zhao (2009). En övre gräns kommer att göra det lättare för länder att ansluta till avtalet, eftersom en sådan säkrar en övre gräns för kostnaderna för att respektera avtalet. En undre gräns är viktig för att garantera en minimilönsamhet för investeringar som ger utsläppsminskningar, däribland investeringar i utveckling och införande av ny klimatvänlig teknik.

Kyoto-avtalet löper bara till 2013 och ger inga signaler om kvantiteter eller priser efter 2013. Ett nytt avtal bör ha ett mer långsiktigt perspektiv. Även om man ställer upp konkreta utsläppsåtaganden för en period på exempelvis bara fem år, bör man i avtalet skissera hur man vill att det samlade utsläppstaket ska utvecklas under flera decennier framöver. I avtalet bör man också indikera vad man förväntar sig om prisutvecklingen för koldioxid för lång tid framöver. Detta för att ge ett bättre beslutsunderlag för alla långsiktiga investeringar, bland annat investeringar i utveckling och införande av ny klimatvänlig teknik.

Subventioner till FoU och marknadsspridning kan i vissa fall vara bra instrument. Det går att ge teoretiska argument för att sådana subventioner blir för låga när de fastställs på nationell nivå. Vi tror ändå inte, på grund av verifieringsproblemet, att det är praktiskt möjligt att skapa internationella avtal om omfattning av och inriktning för sådana nationella subventioner. Problemet med verifiering blir mindre om man fastställer kvantitativa mål för marknadsspridningen av ny teknik på det sätt som EU:s direktiv "20-20-20 före 2020" gör. Å andra sidan finns det många nackdelar med sådana kvantitativa mål, särskilt när de omfattar marknader som redan är reglerade med hjälp av ett kvotssystem, och vi tror därför inte att det är ändamålsenligt att införa sådana instrument på global nivå.

Ett annat sätt att komma undan problemet med verifiering är att upprätta internationella FoU-centra med egen forskning. En sådan åtgärd skulle ha större chanser att höja total FoU, eftersom det enskilda landet skulle kunna uppfatta att verksamheten vid dessa centra kompletterar den egna forskningen. Sådana centras verksamhet bör omfatta både forskning och demonstration. Naturliga teman är bevarande av tropisk

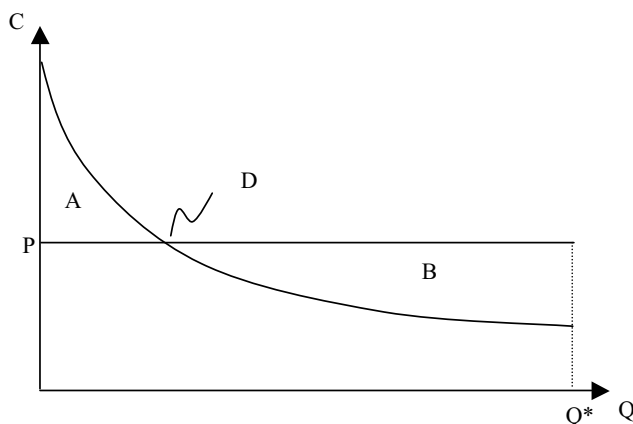
regnskog, uppfångande och lagring av koldioxid från kolkraft, gaskraft respektive industri, olika slags utnyttjande av rörelseenergi som vind/vågor/tidvatten samt solenergi etc Vidare bör sådana centra inrättas i utvecklingsländer, så att de också kan fungera som instrument för kapacitetsuppbbyggnad och demonstration.

Föreskrifter, förbud och standarder kan vara bra instrument, eftersom det inte är möjligt att utforma subventionsordningar för marknadsspridning av teknik på ett tillfredsställande sätt. På vissa områden kan det vara önskvärt att bygga in sådana föreskrifter och standarder i internationella avtal. Det gäller särskilt på områden där annan reglering av utsläpp är behäftad med brister, som till exempel för konkurrensutsatt industri, aluminium- och stålverk och liknande. För sådana sektorer skulle man kunna tänka sig avtal i vilka exempelvis teknik för att fånga upp koldioxid specificerades eller mer flexibla avtal i vilka en högsta utsläppsnivå per producerad enhet angavs. Det senare skulle klart vara att föredra, eftersom det överlåter valet av teknik till marknaden och eftersom man undviker icke önskade konsekvenser av regleringen, som överetablering strax innan en bestämmelse träder i kraft och liknande. Om man har standarder av ovan nämnda typ, kan det vara möjligt även för länder som saknar kvantitativa åtaganden att ansluta till denna del av ett internationellt avtal, möjligen villkorat av att i-länderna finansierar extrakostnader i anslutning till sådana standarder.

Tillräcklig finansiering av internationella FoU-centra och ett eventuellt införande av miljötekniska standarder i utvecklingsländer kan ofta vara ett problem, eftersom åtgärderna är beroende av årliga anslag från givarländerna. Under de pågående klimatförhandlingarna har Norge kommit med ett förslag till hur denna finansiering kan lösas. Förslaget går ut på att bilaga 1-länderna först avtalar om sin egen utsläppsbegränsning, dvs si eller så många procent lägre utsläpp än 1990 års nivå. Så delar man ut färre kvoter till bilaga 1-länderna än utsläppsbegränsningen indikerar. Överskjutande kvoter säljs för att finansiera olika åtgärder (Center for Clean Air Policy, 2009).

Vi vill avsluta med att varna för att lägga för stor vikt vid teknikavtal som komplement till klimatavtal av Kyoto-typ. Bakgrunden till att man föreslår sådana tilläggsavtal är att kunskapsproduktionen skulle kunna bli för begränsad om enskilda länder bara beaktar nationella hänsyn när man fastställer sin teknikpolitik. Preliminära modellanalyser visar att denna effekt är begränsad (se Bosetti m fl, 2009). Vidare visar empiriska studier att kunskapsflödet mellan länder avtar med det geografiska, ekonomiska och kulturella avståndet, något som indikerar att kunskapsexternaliteten huvudsakligen är regional (se Keller, 2002). Det är också så att företag har möjlighet att flytta dit där den intressanta kunskapsproduktionen sker (se Audretsch och Feldman, 1996). Därigenom internaliserar företagen något av den globala kunskapsexternaliteten och nationell teknikpolitik kommer att närma sig den globalt önskvärda nivån.

Bilaga: Inlärningskurvemodellen



Den fallande kurvan anger enhetskostnaderna C som funktion av ackumulerad mängd Q . Då Q är den samlade globala försäljningen av en teknik är inlärningen global, d v s det spelar ingen roll för kostnadsfallet var tekniken installeras. D är den punkt där tekniken blir konkurrenskraftig till priset P och Q^* är den ackumulerade försäljningen av tekniken vid en tidpunkt i framtiden t . Området A kallas ofta inlärningsinvesteringen, medan framtida potentiell vinst anges genom området B . Det är lätt att se att en nödvändig förutsättning för att det ska löna sig att investera i inlärningen är att området A är mindre än området B .

De som argumenterar för en aktiv teknikpolitik med stöd till marknadsspridning grundar sig gärna på att det är omöjligt att hindra att andra företag får tillgång till inlärningsvinster. För det enskilda företaget blir det därmed fördelaktigt att vänta med att etablera sig tills man ser att tekniken blivit konkurrenskraftig. När punkten D uppnås kommer nyetableringar att tillkomma tills marknadspriset är lika med teknikens kostnad och varje enskilt företag får noll i vinst. Priset kommer alltså att röra sig längs inlärningskurvan och området B kommer att försvinna. Med sådana framtidsutsikter kommer inget företag att vilja bära inlärningsinvesteringen, A , och den nya tekniken kommer aldrig in på marknaden. Det är ett argument för att myndigheterna bör täcka hela eller delar av A .

Det finns emellertid många fallgropar i detta till synes självklara resonemang. För det första bör man bedöma i vilken mån den privata sektorn kommer att investera i inlärning om inget offentligt stöd finns. Om inlärningen är företagsspecifik och i begränsad utsträckning kommer andra företag till godo, kommer den privata sektorn att vara villig att investera i inlärningsprocesser (se t ex Irwin och Klenow (1994) och Spence (1984)). Vidare bör man göra det sannolikt och helst dokumentera att en teknik har en icke realiserad inlärningspotential. Möjligheter till inlärning är inte något universellt fenomen som gäller all ny teknik, se t ex Clarke m fl (2006) och Neij (1997).